

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
20. April 2006 (20.04.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2006/040269 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*F23R 3/36* (2006.01) *F23R 3/14* (2006.01)

Duisburg (DE). **PRADE, Bernd** [DE/DE]; Natland 7,  
45478 Mülheim (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/054948

(74) **Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München  
(DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
30. September 2005 (30.09.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart):** AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY,  
MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO,  
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,  
SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
04024186.1 11. Oktober 2004 (11.10.2004) EP

(71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) **Erfinder; und**

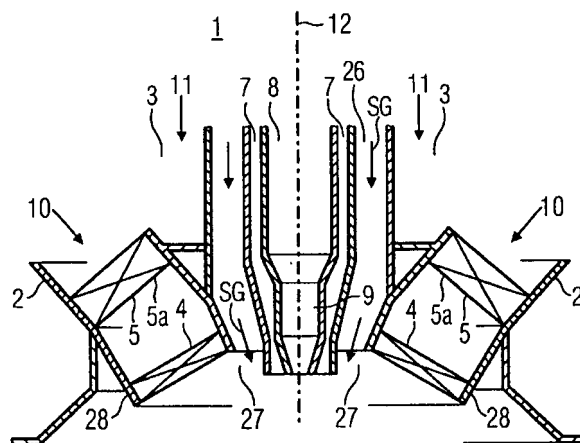
(75) **Erfinder/Anmelder (nur für US): HEILOS, Andreas**  
[DE/DE]; Uhlenhorstweg 6 C, 45479 Mülheim (DE).  
**KÖSTLIN, Berthold** [DE/DE]; Lotharstrasse 154, 47057

(84) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart):** ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** BURNER FOR COMBUSTION OF A LOW-CALORIFIC FUEL GAS AND METHOD FOR OPERATING A  
BURNER

(54) **Bezeichnung:** BRENNER ZUR VERBRENNUNG EINES NIEDERKALORISCHEN BRENNGASES UND VERFAHREN  
ZUM BETRIEB EINES BRENNERS



(57) **Abstract:** The invention relates to a burner (1), for the combustion of a low-calorific fuel gas (SG), with an air channel (2), running along a burner axis (12), for the introduction of combustion air (10) and a fuel gas channel (26), embodied for a high volumetric flow of low-calorific fuel gas (SG), whereby the fuel gas channel (26) and the air channel (2) open out into a mixing region (27). According to the invention, a low-nitrogen oxide synthesis gas operation of the burner (1) may be achieved, whereby a swirl element (4) is arranged in the air channel (2) for the generation of turbulent combustion air (10). The swirling element is provided in an opening region (28) directly adjacent to the flow of the mixing region (27). The invention further relates to a method of operation of a synthesis gas burner (1), whereby, directly before the mixing of the synthesis gas (SG) with the combustion air (10), the level of turbulence of the mass air flow is significantly increased on the microscopic level and a temporally and spatially homogenous mixing of the synthesis gas/air mixture is achieved.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchebericht

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft einen Brenner (1) zur Verbrennung eines niederkalorischen Brenngases (SG), mit einem sich entlang einer Brennerachse (12) erstreckenden Luftkanal (2) für die Zufuhr von Verbrennungsluft (10) und mit einem Brenngaskanal (26), der auf einen hohen Volumenstrom an niederkalorischen Brenngas (SG) ausgelegt ist, wobei der Brenngaskanal (26) und der Luftkanal (2) in einen Mischbereich (27) einmünden. Zur Erzielung eines stickoxidarmen Synthesegas-Betriebs des Brenners (1) ist in dem Luftkanal (2) ein Verwirbelungselement (4) zur Erzeugung von turbulenter Verbrennungsluft (10) vorgesehen. Das Verwirbelungselement ist in einem Mündungsbereich (28) unmittelbar strömungstechnisch angrenzend an den Mischbereich (27) vorgesehen. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Betrieb eines Synthesegas-Brenners (1), bei dem unmittelbar vor der Mischung des Synthesegases (SG) mit der Verbrennungsluft (10) der Turbulenzgrad des Luftmassenstroms auf einer mikroskopischen Skala deutlich erhöht wird, um eine zeitlich und räumlich homogene Mischung des Synthesegas-Luft-Gemischs zu erreichen.

## Beschreibung

Brenner zur Verbrennung eines niederkalorischen Brenngases  
und Verfahren zum Betrieb eines Brenners

5

Die Erfindung betrifft einen Brenner zur Verbrennung eines  
niederkalorischen Brenngases, mit einem sich entlang einer  
Brennerachse erstreckenden Luftkanal für die Zufuhr von  
Verbrennungsluft und mit einem Brenngaskanal, der auf einem  
10 hohen Volumenstrom am niederkalorischen Brenngas ausgelegt  
ist, wobei der Brenngaskanal und der Luftkanal in einem  
Mischbereich einmünden.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Betrieb  
15 eines Brenners, bei dem ein fossiler Brennstoff vergast und  
vergaster fossiler Brennstoff als ein niederkalorisches  
Synthesegas dem Brenner zugeführt, mit Verbrennungsluft zu  
einem Synthesegas-Luft-Gemisch vermischt und in einem  
Brennraum verbrannt wird.

20

Die EP 0956475 B1 zeigt einen Brenner für hochkalorische  
Brennstoffe, z.B. Erdgas oder Öl der eine weitgehend homogene  
Mischung von hochkalorischen Brennstoffen und  
Verbrennungsluft aufweist. Dafür ist ein Verwirbelungselement  
25 innerhalb des Luftzufuhr-Ringkanals eingebracht und zwar  
dergestalt dass der Einlass des hochkalorischen Brennstoffs  
abströmseitig vom Verwirbelungselement innerhalb des  
Luftkanals angeordnet ist. Der Brennstoff wird zur Erzielung  
einer homogenen Durchmischung mittels mehreren Einlasskanäle  
30 die in den Drallschaufeln innerhalb des Luftzufuhrkanals  
angeordnet sind eingebracht. Diese Mischung wird anschließend  
zur Verbrennung in die Brennkammer eingebracht.

Im Hinblick auf die weltweiten Bemühungen zur Senkung des  
35 Schadstoffausstoßes von Feuerungsanlagen, insbesondere bei  
Gasturbinen, wurden in den letzten Jahren Brenner und  
Betriebsverfahren für Brenner entwickelt, welche besonders  
geringe Ausstöße an Stickoxiden ( $\text{NO}_x$ ) haben. Dabei wird

vielfach Wert darauf gelegt, dass solche Brenner jeweils nicht nur mit einem Brennstoff, sondern möglichst mit verschiedenen Brennstoffen, beispielsweise Öl, Erdgas und/oder Kohlegas wahlweise oder sogar in Kombination  
5 betreibbar sind, um die Versorgungssicherheit und Flexibilität beim Betrieb zu erhöhen. Solche Brenner sind beispielsweise in der EP 0 276 696 B1 beschrieben.

Verglichen mit den klassischen Gasturbinenbrennstoffen Erdgas  
10 und Erdöl, die im wesentlichen aus Kohlenwasserstoffverbindungen bestehen, sind die brennbaren Bestandteile von Synthesegasen im wesentlichen Kohlenmonoxid und Wasserstoff. Abhängig vom Vergasungsverfahren und Gesamtanlagenkonzept ist der Heizwert des Synthesegases etwa  
15 5 bis 10 mal kleiner verglichen mit dem Heizwert von Erdgas. Hauptbestandteile neben Kohlenmonoxid und Wasserstoff sind inerte Anteile wie Stickstoff und/oder Wasserdampf und gegebenenfalls noch Kohlendioxid. Bedingt durch den kleinen Heizwert müssen demzufolge hohe Volumenströme an Brenngas  
20 durch den Brenner der Brennkammer zugeführt werden. Dies hat zur Folge, dass für die Verbrennung von niederkalorischen Brennstoffen - wie z.B. Synthesegas - ein gesonderter Brenngaskanal, der auf einem hohen Volumenstrom an niederkalorischen Brenngas ausgelegt ist, zur Verfügung  
25 gestellt werden muss.

Zum wahlweisen Betrieb einer Gas- und Dampfturbinenanlage mit einem Synthesegas aus einer Vergasungseinrichtung oder einem Zweit- oder Ersatzbrennstoff muss der Brenner in der der  
30 Gasturbine zugeordneten Brennkammer als Zwei- oder Mehrbrennstoffbrenner ausgelegt sein, der sowohl mit dem Synthesegas als auch mit dem Zweitbrennstoff, z.B. Erdgas oder Heizöl je nach Bedarf beaufschlagt werden kann. Der jeweilige Brennstoff wird hierbei über eine eigens  
35 konstruktiv ausgelegte Brennstoffpassage im Brenner der Verbrennungszone zugeführt.

In der EP 1 277 920 A1 ist ein Verfahren zum Betrieb eines Brenners einer Gasturbine sowie einer Kraftwerksanlage mit integrierter Kohlevergasung gezeigt. Bei dem Verfahren zum Betrieb des Brenners wird ein fossiler Brennstoff vergast und vergaster fossiler Brennstoff als Synthesegas dem der Gasturbine zugeordneten Brenner zur Verbrennung zugeführt. Hierbei wird das Synthesegas in einen ersten Teilstrom und einen zweiten Teilstrom aufgeteilt und die Teilströme dem Brenner zur Verbrennung jeweils separat zugeführt. Durch diese Betriebsweise mit zwei Synthesegas-Teilströmen ist ein gestufter Synthesegasetrieb möglich, der an die Last der Gasturbine angepasst ist.

Neben der stöchiometrischen Verbrennungstemperatur des Synthesegases ist die Mischungsgüte zwischen Synthesegas und Verbrennungsluft an der Flammenfront eine wesentliche Einflussgröße zur Vermeidung von Temperaturspitzen und somit zur Minimierung der thermischen Stickoxidbildung. Eine räumlich gute Mischung von Verbrennungsluft und Synthesegas ist aufgrund der hohen Volumenströme an erforderlichlichem Synthesegas und der entsprechend großen räumlichen Ausdehnung des Mischungsgebiets besonders schwierig. Andererseits ist eine möglichst geringe Stickoxidproduktion schon aus Gründen des Umweltschutzes und entsprechenden gesetzlichen Richtlinien für Schadstoffemission eine wesentliche Anforderung an die Verbrennung, insbesondere an die Verbrennung in der Gasturbinenanlage eines Kraftwerks. Die Bildung von Stickoxiden erhöht sich exponentiell rapide mit der Flammentemperatur der Verbrennung. Bei einer inhomogenen Mischung von Brennstoff und Luft ergibt sich eine bestimmte Verteilung der Flammentemperaturen im Verbrennungsbereich. Die Maximaltemperatur einer solchen Verteilung bestimmen nach dem genannten exponentiellen Zusammenhang von Stickoxidbildung und Flammentemperatur maßgeblich die Menge der gebildeten unerwünschten Stickoxide.

Ausgehend von dieser Problematik ist die Aufgabe der Erfindung einen Brenner für die Verbrennung von

niederkalorischen Brenngasen, insbesondere Synthesegasen, anzugeben, der zu einer niedrigeren Stickoxidbildung führt. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es ein Verfahren zum Betrieb eines Brenners anzugeben, bei dem ein  
5 niederkalorisches Brenngas verbrannt wird.

Die Lösung der Aufgabe, die auf einen Brenner gerichtet ist, erfolgt erfindungsgemäß durch einen Brenner zur Verbrennung eines niederkalorischen Brenngases, mit einem sich entlang  
10 einer Brennerachse erstreckenden Luftkanal für die Zufuhr von Verbrennungsluft und mit einem Brenngaskanal, der auf einem hohen Volumenstrom an niederkalorischem Brenngas ausgelegt ist, wobei der Brenngaskanal und der Luftkanal in einen Mischbereich einmünden, wobei der Luftkanal einen  
15 Mündungsbereich unmittelbar strömungstechnisch angrenzend an den Mischbereich aufweist und wobei in dem Mündungsbereich ein Verwirbelungselement zur Erzeugung von turbulenter Verbrennungsluft vorgesehen ist.

20 Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass bei den bekannten Brenner zur Verbrennung niederkalorischer Brenngase die Stickoxidbildung durch unzureichende Mischung des niederkalorischen Brenngases mit der Verbrennungsluft in dem Mischbereich in Anbetracht zukünftiger Schadstoffgrenzwerte  
25 zu hoch ist. Durch den Einbau eines Verwirbelungselements in den Luftkanal wird der Turbulenzgrad des Luftmassenstroms bereits vor der Mischung der Verbrennungsluft mit dem niederkalorischen Brenngas erhöht. Die Erfindung hat dabei erkannt, dass es in diesem Zusammenhang besonders wichtig ist  
30 eine Turbulenzgraderhöhung nur im mikroskopischen Bereich durchzuführen, d.h. große Wirbelballen mit stark ausgeprägten Nachlaufgebieten und insbesondere mit stromaufgerichteten Strömungskomponenten müssen vermieden werden, da ansonsten die Gefahr eines Flammenrückschlages in den Brenner selbst  
35 besteht. Um einen besonders stabilen Brennerbetrieb zu ermöglichen, weist der Luftkanal dabei einen Mündungsbereich auf, der unmittelbar strömungstechnisch angrenzend an den Mischbereich angeordnet ist, wobei das Verwirbelungselement

in dem Mündungsbereich angeordnet ist. Es hat sich gezeigt, dass die Anordnung des Verwirbelungselements in unmittelbarer Nähe des Mischbereichs in dem Mündungsbereich zu einer besonders effektiven Luftwirbelausbildung führt, so dass sich

5 die erzeugten Turbulenzen im mikroskopischen Bereich in den angrenzenden Mischbereich weitgehend störungsfrei ausbreiten. Hierdurch wird sowohl eine räumlich als auch eine zeitlich weitgehend homogene Mischung von niederkalorischen Brenngas und Verbrennungsluft und damit eine reduzierte

10 Stickstoffproduktion erreicht. Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass die genaue Positionierung des Verwirbelungselements in dem Luftkanal besonders kritisch für das Mischungsergebnis in dem Mischbereich ist.

15 Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung liegt darin, dass durch die mikroturbulente Strömung der Verbrennungsluft eine besonders gute Mischung von Verbrennungsluft und Brenngas erzielt ist, wobei gleichzeitig ein durch das Verwirbelungselement hervorgerufener Druckverlust gering ist.

20 Es wird durch die Mischung von niederkalorischen Brenngas und turbulenzbehafteter Verbrennungsluft in dem Mischbereich eine erheblich verbesserte räumliche Homogenität des Brenngas-Luft-Gemischs in dem Mischbereich erzielt. Die Mikroturbulenzen gewährleisten dabei eine besonders innige

25 Vermischung bei Vermeidung eines Flammenrückschlags. Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist die Anordnung des Verwirbelungselements in unmittelbarer Nähe des Mischbereichs in dem Mündungsbereich. Die führt zu einer besonders effektiven Verwirbelung. Zur Erzielung eines guten

30 Mischungsergebnisses sollten möglichst weitere Einbauten in dem Nachlaufgebiet des Verwirbelungselements vermieden werden.

35

In bevorzugter Ausgestaltung ist das Verwirbelungselement so ausgebildet, dass die erzeugbare turbulente Strömung der

Verbrennungsluft am Verwirbelungselement im wesentlichen keine Gebiete zurückströmender Verbrennungsluft aufweist. Auf diese Weise ist ein sicherer Betrieb des Brenners bei der Verbrennung von niederkalorischen Brenngas gewährleistet und  
5 insbesondere die Gefahr eines Flammenrückschlages in den Brenner selbst unterbunden.

Bevorzugt ist der Luftkanal als ein Ringkanal ausgebildet, der den Brenngaskanal konzentrisch umschließt.

10

Um für den Brenner eine möglichst effektive Turbulenzgraderhöhung im mikroskopischen Bereich zu erzielen, sind besondere Anforderungen an die konstruktive Ausführung und Anordnung des Verwirbelungselements gegeben. Nach einer  
15 besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist das Verwirbelungselement hierbei auf:

- a) Einen ersten Begrenzungsring mit einer Symmetrieachse,
- b) einen zweiten größeren Begrenzungsring, dessen Mittelpunkt  
20 auf der Symmetrieachse liegt,
- c) eine Verbindungsfläche, die durch die beiden Begrenzungsringe aufgespannt ist, und
- d) entlang auf der Verbindungsfläche liegender Kreise, deren jeweiliger Mittelpunkt auf der Symmetrieachse liegt, eine  
25 Vielzahl von flächigen Auslenkelementen, die jeweils gegen eine normale der Verbindungsfläche geneigt sind.

Das Verwirbelungselement ist insbesondere für den Einsatz in einem ringförmigen Luftkanal geeignet. Es sind mindestens  
30 zwei, vorzugsweise drei Kreise vorgesehen.

Bei einer Untersuchung der zeitlichen Schwankung des Mischungsverhältnisses in Versuchen hat sich gezeigt, dass durch die oben beschriebene konstruktive Auslegung des  
35 Verwirbelungselements lokal auftretende zeitliche Schwankungen des Mischungsverhältnisses zwischen den niederkalorischen Brenngas und der Verbrennungsluft sehr gering sind. Gleichzeitig ist nur ein geringer Druckverlust



mit dem derart konzipierten Verwirbelungselement verbunden, so dass der Wirkungsgrad des Brenners nahezu unbeeinträchtigt bleibt.

- 5 Bevorzugtermaßen beträgt die Verbindungsfläche weniger als die Hälfte der durch den größeren Begrenzungsring umschlossenen Kreisfläche bei dem Verwirbelungselement. Weiterhin bevorzugt ist der Durchmesser des größeren Begrenzungsringes kleiner als etwa 1 m, insbesondere 50 bis  
10 80 cm. Damit ist das Verwirbelungselement für den Einsatz in kleinen Strömungskanälen, wie z.B. im Luftkanal des Brenners, geeignet.

- In einer weiter bevorzugten Ausgestaltung sind die einem  
15 Kreis zugeordneten Auslenkelemente untereinander gleich beabstandet. Damit wird ein über die ganze Verbindungsfläche gleichmäßige Verwirbelung erzielt und somit eine besonders homogene Mischung des niederkalorischen Brenngases, insbesondere des Synthesegases, mit der Verbrennungsluft in  
20 dem Mischbereich bewirkt.

- Weiterhin bevorzugt ist, dass sich jedes Auslenkelement aus der Verbindungsfläche zu einer Abrisskante zur Erzeugung von Wirbeln verzweigt. Vorzugsweise weist es etwa Trapez- oder  
25 Dreiecksform auf. Durch diese Ausgestaltung wird eine besonders intensive Verwirbelung erreicht.

- Bevorzugtermaßen sind die an einem jeweiligen Kreis zugeordneten Auslenkelemente gleichsinnig geneigt. Bevorzugt  
30 sind auf einander benachbarten Kreisen angeordnete Auslenkelemente gegensinnig geneigt. Diese Anordnung der Auslenkelemente bewirkt, dass zusätzlich zur lokal guten Durchmischung durch die Verwirbelung eine Homogenisierung über größere Bereiche der Luftströmung erfolgt. Dies ist  
35 besonders wichtig, um bei der Einmündung des niederkalorischen Brenngases und der Verbrennungsluft in den Mischbereich Turbulenzen im mikroskopischen Bereich

sicherzustellen im Hinblick auf die Erzielung eines homogenen Synthesegas-Verbrennungsluft-Gemischs beim Brennerbetrieb.

- In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist der Brenner
- 5 so ausgebildet, dass stromaufwärts von dem Verwirbelungselement Drallschaufeln im Luftkanal angeordnet sind. Hierdurch wird erreicht, dass der Verbrennungsluft in dem Luftkanal bereits vorab ein Drall mittels der Drallschaufel aufgeprägt wird, bevor stromabwärts die
- 10 drallbehaftete Verbrennungsluftströmung durch das Verwirbelungselement eine Turbulenzgraderhöhung im mikroskopischen Bereich erfährt. Ferner wird hierdurch erreicht, dass ein Verwirbelungselement mit den oben beschriebenen vorteilhaften Auswirkungen auf die Homogenität
- 15 der Mischung von niederkalorischen Brenngas und Verbrennungsluft in den Mischbereich auch in Verbindung mit Drallschaufeln einsetzbar ist, die letztendlich günstig auf die Stabilität der Verbrennung des niederkalorischen Brenngases einwirken. Dabei kann zumindest eine der
- 20 Drallschaufeln als Hohlschaufel ausgebildet, aus dem bedarfsweise ein hochkalorischer Brennstoff, insbesondere Erdgas, in den Luftkanal einlassbar ist. Über diese zusätzliche Ausgestaltung ist es möglich, eine gleichmäßige Eindüsung von hochkalorischen Brennstoff, etwa bei einem
- 25 Erdgasbetrieb des Brenners, aus einer als Hohlschaufel ausgebildeten Drallschaufel mit einer weiteren homogenisierenden Wirkung auf das Brennstoff/Luft-Gemisch in Kombination mit den oben erläuterten Vorteilen zu nutzen.
- 30 Der Brenner kann als ein Vormisch- oder Hybridbrenner für den Einsatz in Gasturbinenanlagen, mit einem Luftzufuhrkanal, insbesondere ein Ringkanal ausgebildet sein, welcher mindestens drei weitere, insbesondere konzentrisch zum Luftzufuhrkanal angeordnete Ringkanäle zur Zuführung von
- 35 fluidischen Medien umschließt, wobei zwei dieser Kanäle zur Versorgung eines Pilotbrenners dienen und wobei durch den Pilotbrenner eine Pilotflamme zur Aufrechterhaltung der Verbrennung erzeugbar ist.

Die auf ein Verfahren gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß  
gelöst durch ein Verfahren zum Betrieb eines Brenners, bei  
dem ein fossiler Brennstoff vergast und vergaster fossiler  
5 Brennstoff als ein niederkalorisches Synthesegas dem Brenner  
zugeführt, und die Verbrennungsluft zu einem Synthesegas-  
Luft-Gemisch vermischt und in einem Brennraum verbrannt wird,  
wobei unmittelbar vor der Mischung des Synthesegases mit der  
Verbrennungsluft der Turbulenzgrad des Luftmassenstroms  
10 erhöht wird. Vorzugsweise werden dabei Mikroturbulenzen  
erzeugt.

Die Vorteile des Verfahrens zum Betrieb eines Brenners  
ergeben sich aus den oben beschriebenen Vorteilen des  
15 erfindungsgemäßen Brenners zur Verbrennung eines  
niederkalorischen Brenngases, insbesondere eines  
Synthesegases.

In bevorzugte Ausgestaltung des Verfahrens wird dieses beim  
20 Betrieb eines Brenners einer Gasturbine angewandt.

Weiter bevorzugt ist eine Anwendung des Verfahrens beim  
Betrieb einer Kraftwerksanlage mit integrierter Vergasung  
eines fossilen Brennstoffs zu einem Synthesegas, insbesondere  
25 Kohlegas.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines  
Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei zeigen  
schematisch und nicht maßstäblich

30  
FIG 1 eine Kraftwerksanlage mit integrierter  
Vergasungseinrichtung,

FIG 2 einen Längsschnitt durch einen Brenner gemäß der  
35 Erfindung,

FIG 3 ein Verwirbelungselement in Draufsicht, und

FIG 4 ein Verwirbelungselement in Seitenansicht.

Gleiche Bezugszeichen haben in den Figuren die gleiche Bedeutung.

5

Die Kraftwerksanlage 24 gemäß FIG 1 umfasst eine Gasturbinenanlage 25 mit einer der Gasturbinenanlage 25 vorgeschalteten Vergasungseinrichtung 23 für einen fossilen Brennstoff B. Die Gasturbinenanlage 25 umfasst einen Verdichter 14, eine Brennkammer 16 sowie eine der Brennkammer 16 nachgeschaltete Turbine 18. Der Verdichter 14 und die Turbine 18 sind über eine gemeinsame Rotorwelle 15 miteinander gekoppelt. Der Turbine 18 nachgeschaltet ist ein elektrischer Generator 19 über eine Generatorwelle 22 an die Turbine angekoppelt. Die Brennkammer 16 umfasst einen Brennraum 17 sowie einen in den Brennraum 17 hineinragenden Brenner 1 zur Verbrennung eines niederkalorischen Brenngases SG, welches aus der Vergasungseinrichtung 23 durch Vergasung des fossilen Brennstoffs B gewonnen wird.

20

Im Betrieb der Gasturbine 18 wird Luft 10 in den Verdichter 14 angesaugt und dort hoch komprimiert. Die komprimierte Luft 10 wird sodann als Verbrennungsluft 10 dem Brenner 1 zugeführt und mit dem niederkalorischen Brenngas SG vermischt. Das dabei entstehende Brenngas-Luft-Gemisch wird in dem Brennraum 17 verbrannt, wobei sehr heiße Verbrennungsgase entstehen. Die heißen Verbrennungsgase werden der Turbine 18 zugeführt, wo diese sich arbeitsleistend entspannen und sowohl die verdichterseitige Rotorwelle 15 als auch die Generatorwelle 22 in Rotation versetzen. Auf diese Weise wird elektrische Leistung erzeugt, welche der Generator 19 zur Verteilung in ein elektrisches Netz abgibt. Abströmseitig der Turbine 18 werden die teilweise abgekühlten und entspannten Verbrennungsgase als Abgas 20 abgegeben. Diese Abgase 20 sind schadstoffbehaftet, insbesondere sind Stickoxide in dem Abgas vorhanden, welche sich bei den hohen Verbrennungstemperaturen im Brennraum 17 bilden.

- Zur erhöhten Stickoxidemission kommt es auch, wenn das Brenngas-Luft-Gemisch nicht hinreichend homogen gemischt ist bzw. eine zeitliche oder räumliche Veränderung des
- 5 Mischungsfeldes erfährt. Dies führt im allgemeinen zu einer ungünstigen Mischung des niederkalorischen Brenngases SG mit der Verbrennungsluft 10 und zu einem erheblichen Anstieg der Stickoxidbildungsrate bei dem Verbrennungsprozess.
- 10 Hier schafft die Erfindung Abhilfe, in dem sie eine Lösung vorschlägt, die die Mischungsgüte zwischen dem Synthesegas SG und der Verbrennungsluft 10 an der Flammenfront wesentlich verbessert, um somit einen schadstoffarmen Synthesegas-Betrieb des Brenners 1 zu gewährleisten, wobei
- 15 Temperaturspitzen vermieden werden und somit eine Absenkung der thermischen Stickoxidbildung gegenüber herkömmlichen Synthesegaskrennern erzielt ist.

- Um das Konzept der Erfindung zu illustrieren zeigt FIG 2
- 20 einen Brenner 1 zur Verbrennung des niederkalorischen Brenngases SG gemäß der Erfindung. Der Brenner 1 ist in etwa rotationssymmetrisch bezüglich einer Achse 12. Ein entlang der Achse 12 gerichteter Pilotbrenner 9 mit einem Brennstoff-Zufuhrkanal 8 ist konzentrisch umgeben von einem Luftzufuhr-Ringkanal 7. Der Brennstoff-Zufuhrkanal 8 ist für Brennstoffe
- 25 mit hohem Heizwert ausgelegt, etwa für eine Beaufschlagung mit Erdgas oder Heizöl.

- Der Brenngaskanal 26 ist auf einen hohen Volumenstrom an
- 30 niederkalorischen Brenngas SG ausgelegt. Der Brenngaskanal 26 ist in Strömungsrichtung des Brenngases SG betrachtet stromabwärts teilweise konzentrisch umschlossen von einem Luftzufuhr-Ringkanal 2. In dem Luftzufuhr-Ringkanal 2 ist ein
- schematisch dargestellter - Kranz von Drallschaufeln 5
- 35 eingebaut, wobei eine dieser Drallschaufeln 5 als Hohlschaufel 5a ausgebildet sein kann. Die Drallschaufel 5 kann bei entsprechendem Bedarf einen durch Öffnungen gebildeten Einlass für eine Brennstoffzuführung eines

hochkalorischen Brennstoffs aufweisen. Stromabwärts vom Drallschaukelkranz 5 ist ein - schematisch dargestelltes - Verwirbelungselement 4 im Luftkanal 2 eingebaut. Der Brenngaskanal 26 und der Luftkanal 2 münden jeweils in einen gemeinsamen Mischbereich 27, wo das niederkalorische Brenngas SG mit der Verbrennungsluft 10 intensiv gemischt wird. Das Verwirbelungselement 4 in dem Luftkanal 2 sorgt für die Erzeugung von turbulenter Verbrennungsluft 10, so dass ein gutes Mischergebnis in dem Mischbereich 27 und somit ein schadstoffarmer Synthesegas-Betrieb des Brenners 1 erzielt ist. Besonders vorteilhaft für das Mischungsergebnis ist es wenn - wie in FIG 2 gezeigt - der Luftkanal 2 einen Mündungsbereich 28 unmittelbar strömungstechnisch angrenzend an den Mischbereich 27 aufweist, wobei das Verwirbelungselement 4 in dem Mündungsbereich angeordnet ist. Das Verwirbelungselement 4 ist dabei so ausgebildet, dass die erzeugbare turbulente Strömung der Verbrennungsluft 10 am Verwirbelungselement 4 im wesentlichen keine Gebiete zurückströmender Verbrennungsluft 10 aufweist. Damit wird erreicht, dass kein zündfähiges Brenngas-Luft-Gemisch zum Verwirbelungselement 4 nennenswert zurückströmen kann und damit keine Verbrennung am Verwirbelungselement 4 stabilisiert wird, die eine Beschädigung des Verwirbelungselements zur Folge haben könnte. Ein dauerhafter Betrieb des Brenners 1 mit Synthesegas SG bei geringer Stickoxidbildung ist somit erreicht.

Der Brenner 1 kann über den Pilotbrenner 9 als Diffusionsbrenner betrieben werden, wobei ein hochkalorischer Brennstoff eingesetzt wird. Alternativ kann er aber auch als Vormischbrenner eingesetzt werden; d.h. ein hochkalorischer Brennstoff und Verbrennungsluft 10 werden erst gemischt und dann der Verbrennung zugeführt. In dem Fall dient der Pilotbrenner 9 zur Aufrechterhaltung einer Pilotflamme, die die Verbrennung während des Vormischbrennerbetriebes bei einem eventuell wechselnden Brennstoff-Luftverhältnis stabilisiert.

Bei einem Synthesegas-Betrieb des Brenners 1 wird das  
niederkalorische Synthesegas SG mit der Verbrennungsluft 10  
jeweils erst stromab in den Mischbereich 27 überführt und  
dort innig gemischt und in einer nicht näher dargestellten  
5 Verbrennungszone verbrannt.

Wie bereits erläutert, ist es wegen der großen Volumenströme  
an niederkalorischen Brenngas SG und damit der geometrischen  
Ausdehnung des Mischbereichs 27 bislang schwierig gewesen,  
10 eine zeitlich und räumlich homogene Mischung im Hinblick auf  
eine stickoxidarme Verbrennung zu gewährleisten. Mit dem  
Brenner 1 der Erfindung wird eine besonders homogene Mischung  
von Verbrennungsluft 10 und Brenngas SG erreicht. Dies wird  
durch das Verwirbelungselement 4 in dem Luftkanal erreicht,  
15 dass die Verbrennungsluft 10 unmittelbar stromauf des  
Mischbereichs 27 in eine turbulente Strömung überführt.  
Hierbei kommt es auf eine Turbulenzgraderhöhung im  
mikroskopischen Bereich an, d.h. große Wirbelbahnen mit stark  
ausgeprägten Nachlaufgebieten und insbesondere stromauf  
20 gerichtete Strömungskomponenten müssen vermieden werden, da  
ansonsten die Gefahr eines Flammenrückschlages in den Brenner  
1 selbst bestünde. Diese Anforderung hat direkten Einfluss  
auf die konstruktive Ausgestaltung des Verwirbelungselements  
4. Ein mögliches besonders vorteilhaftes Design ist in FIG 3  
25 in einer Aufsicht auf ein Verwirbelungselement 4 gezeigt. Das  
Verwirbelungselement 4 muss dabei nicht zwangsläufig die  
gesamte Kanalhöhe des Luftkanals 2 einnehmen.

Mit dem in FIG 3 gezeigten Verwirbelungselement 4 wird eine  
30 räumlich und zeitlich besonders homogene Mischung von Ver-  
brennungsluft 10 und Synthesegas SG erreicht. Gleichzeitig  
ist der durch das Verwirbelungselement 4 hervorgerufene  
Druckverlust sehr gering, wodurch der Wirkungsgrad des  
Synthesgas-Brenners 1 kaum beeinträchtigt wird.

35

Im folgenden soll die FIG 3, die eine Draufsicht auf ein  
Verwirbelungselement 4 zeigt sowie die FIG 4, die ein mit

gleichen Bezugszeichen versehenes Verwirbelungselement 4 in einer Seitenansicht zeigt, näher diskutiert werden:

Von einem inneren Begrenzungsring 52 führen gleich verteilt  
5 über den Ringumfang eine Vielzahl von Stegen 54 zu einem  
äußeren Begrenzungsring 53. Der Mittelpunkt des äußeren  
Begrenzungsringes 53 liegt auf der Symmetrieachse 59 des  
inneren Begrenzungsringes 52 und die Stege 54 sind normal auf  
den inneren Begrenzungsring 52 gerichtet. Die  
10 Verbindungsfläche 56 stellt die Mantelfläche eines  
Kegelstumpfes zwischen inneren Begrenzungsring 52 und äußeren  
Begrenzungsring 53 dar. An jedem Steg 54 sind in das innere  
des Kegelstumpfes weisende, trapezförmige, ebene  
Auslenkelemente 51 angeordnet. Die breite Seite 51a jedes  
15 Auslenkelement 51 ist mit einem Steg 54 verbunden. Die  
Auslenkelemente sind entlang dreier, zur Symmetrieachse 59  
konzentrischer Kreise 55a, 55b, 55c zueinander gleich  
beabstandet angeordnet. Die Auslenkelemente 51 sind gegen  
eine normale der Verbindungsachse 56 geneigt, wobei jeweils  
20 die Auslenkelemente 51 entlang eines Kreises 55a, 55b, 55c  
gleichsinnig, von einem Kreis 55a, 55b, 55c zu einem  
benachbarten Kreis 55a, 55b, 55c gegensinnig geneigt sind.

Eine Durchströmung des Verwirbelungselements 4 mit  
25 Verbrennungsluft 10, normal zur Verbindungsfläche 56 in das  
Innere des Kegelstumpfes hat zur Folge, dass sich an den  
Schmalseiten 51b der Auslenkelemente 51 Wirbel 57 bilden.  
Somit wird der Verbrennungsluft 10 eine Mikroturbulenz  
aufgeprägt, die sich in den Mischbereich 27 hinein fortsetzt.  
30 Die in den Mischbereich 27 einmündeten Volumenströme aus  
niederkalorischem Brenngas SG und turbulenter  
Verbrennungsluft 10 aus dem Luftkanal 2 werden durch diese  
Mikroturbulenzen in der Verbrennungsluft 10 besonders  
intensiv und homogen vermischt. Die Neigung der  
35 Auslenkelemente 51 prägt der Hauptströmung der  
Verbrennungsluft 10 zudem Sekundärströmungen 58 auf, die  
zusätzlich zur lokal guten Durchmischung aufgrund der  
Verwirbelung eine Homogenisierung des Brenngas-Luft-Gemisches



über die gesamte Querschnittsfläche des Mischbereichs 27  
(siehe FIG 2), begünstigen. Diese Ausgestaltung des  
Verwirbelungselements 4, welches im Synthesegasbetrieb  
ausschließlich auf die Luftströmung in den Luftkanal 2  
5 Einfluss nimmt, hat gleichzeitig zur Folge, dass der durch  
die Verwirbelung hervorgerufene Druckverlust besonders gering  
ist.

Der Brenner 1 der Erfindung ist daher in besonderer Weise  
10 geeignet für den Betrieb in einer Kraftwerksanlage 24 mit  
integrierter Vergasung eines fossilen Brennstoffs zu einem  
Synthesegas SG, beispielsweise Kohlegas. Der Brenner 1 ist  
dabei in einer Brennkammer 16 einer Gasturbinenanlage 25  
angeordnet.

15

20

## Patentansprüche

1. Brenner (1) zur Verbrennung eines niederkalorischen Brenngases (SG), mit einem sich entlang einer Brennerachse  
5 (12) erstreckenden Luftkanal (2) für die Zufuhr von Verbrennungsluft (10) und mit einem Brenngaskanal (26), der auf einen hohen Volumenstrom an niederkalorischem Brenngas (SG) ausgelegt ist, wobei der Brenngaskanal (26) und der Luftkanal (2) in einen Mischbereich (27) einmünden,  
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der Luftkanal (2) einen Mündungsbereich (28) unmittelbar strömungstechnisch angrenzend an den Mischbereich (27) aufweist, wobei in dem Mündungsbereich ein Verwirbelungselement (4) zur Erzeugung von turbulenter  
15 Verbrennungsluft (10) vorgesehen ist.

2. Brenner (1) nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass das  
20 Verwirbelungselement (4) so ausgebildet ist, dass die erzeugbare turbulente Strömung der Verbrennungsluft (10) am Verwirbelungselement (4) im wesentlichen keine Gebiete zurückströmender Verbrennungsluft (10) aufweist.

25 3. Brenner (1) nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der Luftkanal (2) als ein Ringkanal ausgebildet ist, der den Brenngaskanal (26) konzentrisch umschließt.

30 4. Brenner (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass das Verwirbelungselement (4) aufweist  
a) einen ersten Begrenzungsring (52) mit einer Symmetrieachse (59),  
35 b) einen zweiten, größeren Begrenzungsring (53), dessen Mittelpunkt auf der Symmetrieachse (59) liegt,  
c) eine Verbindungsfläche (56), die durch die beiden Begrenzungsringe (52, 53) aufgespannt ist, und

d) entlang auf der Verbindungsfläche (56) liegender Kreise (55a, 55b, 55c), deren jeweiliger Mittelpunkt auf der Symmetrieachse (59) liegt, eine Vielzahl von flächigen Auslenkelementen (51), die jeweils gegen eine Normale der Verbindungsfläche (56) geneigt sind.

5 Brenner (1) nach Anspruch 4,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Verbindungsfläche (56) des Verwirbelungselements (4) weniger  
10 als die Hälfte der durch den größeren Begrenzungsring (53) umschlossenen Kreisfläche beträgt.

6. Brenner (1) nach Anspruch 4 oder 5,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die einem  
15 Kreis (55a, 55b, 55c) zugeordneten Auslenkelemente (51) des Verwirbelungselements (4) untereinander gleich beabstandet sind.

7. Brenner (1) nach Anspruch 4, 5 oder 6,  
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass sich jedes Auslenkelement (51) des Verwirbelungselements (4) aus der Verbindungsfläche (56) zu einer Abrisskante (51b) hin zur Erzeugung von Wirbeln verjüngt, wobei es insbesondere eine  
eta Trapez- oder Dreiecksform aufweist.

25 8. Brenner (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 7,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die einem Kreis (55a, 55b, 55c) zugeordneten Auslenkelemente (51) des Verwirbelungselements (4) gleichsinnig geneigt sind.

30 9. Brenner (1) nach Anspruch 8,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass auf einander benachbarten Kreisen (55a, 55b, 55c) des Verwirbelungselements (51) angeordnete Auslenkelemente (51)  
35 gegensinnig geneigt sind.

10. Brenner (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
stromaufwärts von dem Verwirbelungselement (2) Drallschaufeln  
(5) im Luftkanal (2) angeordnet sind.

- 5 11. Verfahren zum Betrieb eines Brenners (1), bei dem ein  
fossiler Brennstoff (B) vergast und vergaster fossiler  
Brennstoff als ein niederkalorisches Synthesegas (SG) dem  
Brenner (1) zugeführt, mit Verbrennungsluft (10) zu einem  
Synthesegas-Luft-Gemisch vermischt und in einem Brennraum  
10 (17) verbrannt wird,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
unmittelbar vor der Mischung des Sythesegases (SG) mit der  
Verbrennungsluft (10) der Turbulenzgrad des Luftmassenstroms  
erhöht wird.
- 15 12. Verfahren nach Anspruch 11,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der  
Turbulenzgrad derart erhöht wird, dass eine räumliche und  
zeitliche Verbesserung der Mischungsgüte erzielt wird.
- 20 13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h eine Anwendung beim  
Betrieb eines Brenners einer Gasturbine (18).
- 25 14. Verfahren nach Anspruch 13,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h eine Anwendung beim  
Betrieb einer Kraftwerksanlage (24) mit integrierter  
Vergasung eines fossilen Brennstoffs (B) zu einem Synthesegas  
(SG), insbesondere Kohlegas.
- 30

1/2

FIG 1

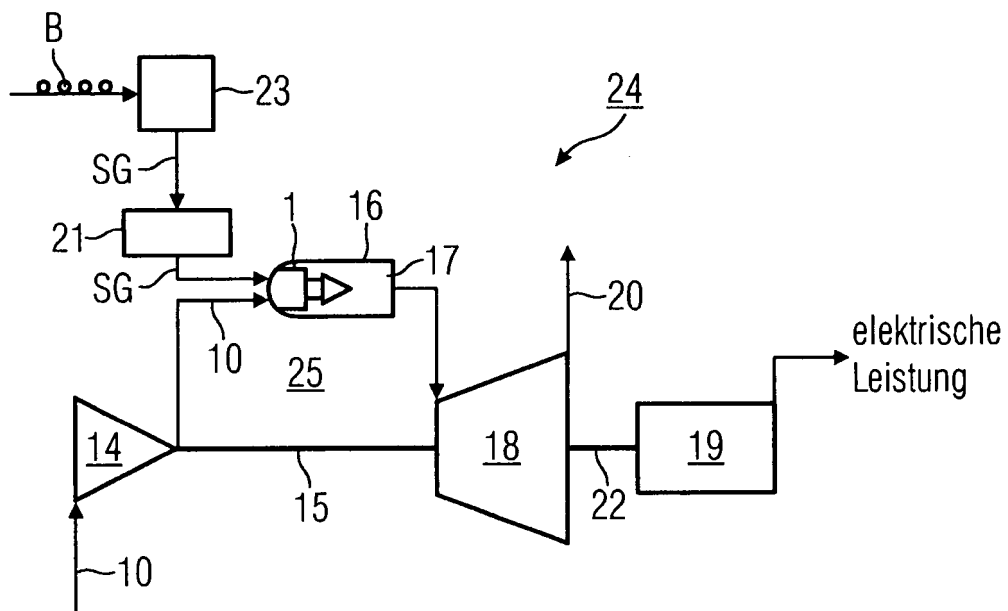
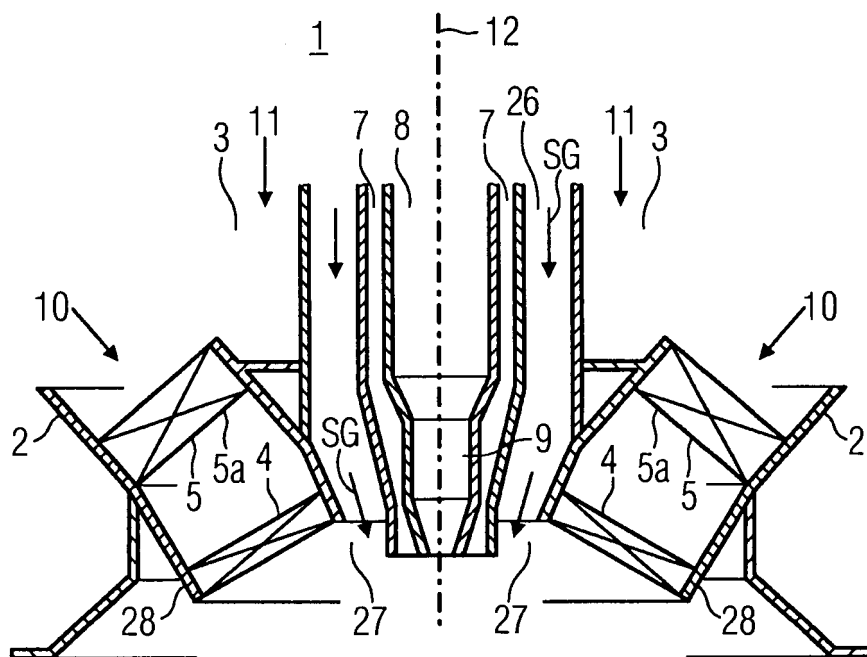


FIG 2



2/2

FIG 3

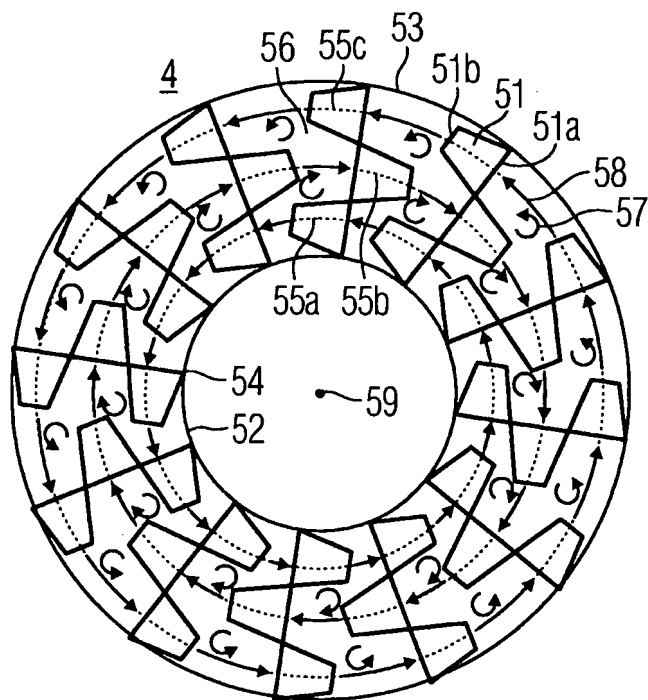
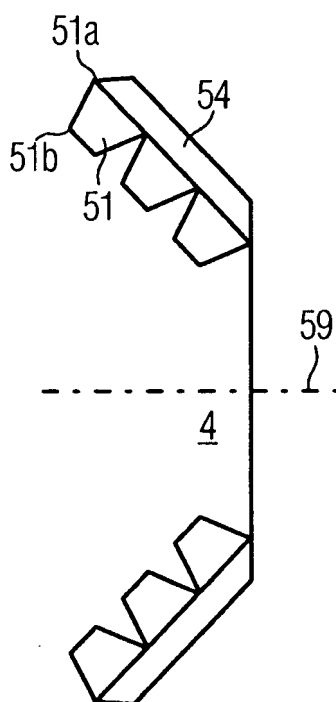


FIG 4



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/054948

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
F23R3/36 F23R3/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
F23R F23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 148 603 A (ALTHAUS ET AL) 21 November 2000 (2000-11-21)	1,2, 11-14
Y	column 2, line 52 - line 67; figures 1,2,4,5	3,10
Y	page 2, line 19 - line 23 -----	
Y	US 5 451 160 A (BECKER ET AL) 19 September 1995 (1995-09-19)	3
A	column 4, line 36 - column 5, line 27; figures 1,2	11-14
Y	----- EP 0 956 475 B (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT)	10
A	17 November 1999 (1999-11-17) paragraph '0009! - paragraph '0013!; figures 1-3	4-9
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 January 2006

Date of mailing of the international search report

13/01/2006

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mougey, M

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/054948

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 277 920 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 22 January 2003 (2003-01-22) cited in the application paragraph '0029! paragraph '0056! -----	14
A	DE 44 09 918 A1 (ABB MANAGEMENT AG, BADEN, AARGAU, CH) 28 September 1995 (1995-09-28) column 1, line 50 - column 2, line 28; figure 3 -----	1,11
A	US 4 833 878 A (SOOD ET AL) 30 May 1989 (1989-05-30) column 5, line 28 - line 56; figure 1 -----	1,11



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/054948

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6148603	A	21-11-2000	AU 1028697 A	28-07-1997
			WO 9724561 A1	10-07-1997
			CN 1206455 A	27-01-1999
			DE 19549140 A1	03-07-1997
			EP 0870157 A1	14-10-1998
			JP 2000502771 T	07-03-2000
US 5451160	A	19-09-1995	DE 4212810 A1	29-10-1992
			WO 9219913 A1	12-11-1992
			EP 0580683 A1	02-02-1994
			JP 3133066 B2	05-02-2001
			JP 6506760 T	28-07-1994
			KR 234569 B1	15-12-1999
EP 0956475	B	26-09-2001	RU 2079049 C1	10-05-1997
			WO 9828574 A2	02-07-1998
			EP 0956475 A2	17-11-1999
			JP 2001507115 T	29-05-2001
EP 1277920	A	22-01-2003	US 6189320 B1	20-02-2001
			CA 2454278 A1	30-01-2003
			CN 1526050 A	01-09-2004
			WO 03008768 A1	30-01-2003
			JP 2004535529 T	25-11-2004
			PL 366898 A1	07-02-2005
DE 4409918	A1	28-09-1995	US 2004172951 A1	09-09-2004
			NONE	
US 4833878	A	30-05-1989	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/054948

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
F23R3/36 F23R3/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
F23R F23C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 148 603 A (ALTHAUS ET AL) 21. November 2000 (2000-11-21)	1,2, 11-14
Y	Spalte 2, Zeile 52 - Zeile 67; Abbildungen 1,2,4,5	3,10
Y	Seite 2, Zeile 19 - Zeile 23 -----	
Y	US 5 451 160 A (BECKER ET AL) 19. September 1995 (1995-09-19)	3
A	Spalte 4, Zeile 36 - Spalte 5, Zeile 27; Abbildungen 1,2	11-14
Y	EP 0 956 475 B (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 17. November 1999 (1999-11-17)	10
A	Absatz '0009! - Absatz '0013!; Abbildungen 1-3 -----	4-9
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
  - \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
  - \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
  - \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
  - \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. Januar 2006

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

13/01/2006

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mougey, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 277 920 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 22. Januar 2003 (2003-01-22) in der Anmeldung erwähnt Absatz '0029! Absatz '0056! -----	14
A	DE 44 09 918 A1 (ABB MANAGEMENT AG, BADEN, AARGAU, CH) 28. September 1995 (1995-09-28) Spalte 1, Zeile 50 - Spalte 2, Zeile 28; Abbildung 3 -----	1,11
A	US 4 833 878 A (SOOD ET AL) 30. Mai 1989 (1989-05-30) Spalte 5, Zeile 28 - Zeile 56; Abbildung 1 -----	1,11

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/054948

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6148603	A	21-11-2000	AU 1028697 A 28-07-1997
			WO 9724561 A1 10-07-1997
			CN 1206455 A 27-01-1999
			DE 19549140 A1 03-07-1997
			EP 0870157 A1 14-10-1998
			JP 2000502771 T 07-03-2000
US 5451160	A	19-09-1995	DE 4212810 A1 29-10-1992
			WO 9219913 A1 12-11-1992
			EP 0580683 A1 02-02-1994
			JP 3133066 B2 05-02-2001
			JP 6506760 T 28-07-1994
			KR 234569 B1 15-12-1999
			RU 2079049 C1 10-05-1997
EP 0956475	B	26-09-2001	WO 9828574 A2 02-07-1998
			EP 0956475 A2 17-11-1999
			JP 2001507115 T 29-05-2001
			US 6189320 B1 20-02-2001
EP 1277920	A	22-01-2003	CA 2454278 A1 30-01-2003
			CN 1526050 A 01-09-2004
			WO 03008768 A1 30-01-2003
			JP 2004535529 T 25-11-2004
			PL 366898 A1 07-02-2005
			US 2004172951 A1 09-09-2004
DE 4409918	A1	28-09-1995	KEINE
US 4833878	A	30-05-1989	KEINE